

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑪ DE 38 15 069 A 1

⑳ Aktenzeichen: P 38 15 069.7  
㉑ Anmeldetag: 4. 5. 88  
㉒ Offenlegungstag: 16. 11. 89

⑤ Int. Cl. 4:  
B 23 K 11/10

B 23 K 31/02  
C 23 F 15/00  
B 32 B 15/01  
B 32 B 3/12  
// (C09K 3/10,  
C08L 81:04)

Behördeneigenschaft

DE 38 15 069 A 1

㉑ Anmelder:  
Dornier GmbH, 7990 Friedrichshafen, DE

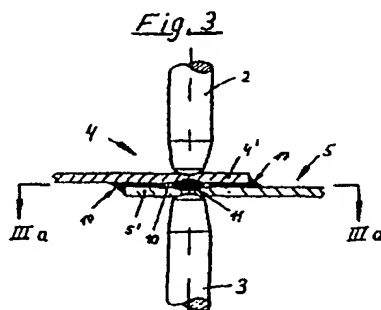
㉒ Erfinder:  
Zoth, Hubertus, 8036 Herrsching, DE; Meyer, Holf,  
Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., 8195 Egling, DE; Krull, Georg,  
8031 Eichenau, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Verfahren zur Herstellung einer korrosionsfesten Verbindung zwischen aus metallischem Werkstoff gebildeten Bauteilelementen durch Punktschweißen

Verfahren zur Herstellung einer korrosionsfesten Verbindung zwischen aus metallischem Werkstoff gebildeten Bauteilelementen durch Punktschweißen, wobei das Verfahren gekennzeichnet ist durch die Verfahrensschritte

- Vorbehandlung der Fügeflächen (4', 5') für
- den Punktschweißvorgang und
- den haftenden Auftrag korrosionsverhindernder Schichten (8) wie
- Entfetten,
- Spülen,
- Beizen
- Aufbringen einer Dichtmassenschicht (8) zumindest einseitig auf die Fügeflächen (4', 5') eines der Bauelemente (4, 5)
- Heften der Bauteilelemente (4, 5)
- Punktschweißvorgang mit
- Einstellung eines definierten Elektrodendruckes zur Erzielung metallisch blanker Fügeflächenabschnitte im Bereich des Elektrodenruckpunktes (10)
- Stromzufuhr zur Erzeugung des Schweißpunktes (11) und
- Aushärtung der Dichtmasse (8).



DE 38 15 069 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer korrosionsfesten Verbindung zwischen aus metallischem Werkstoff gebildeten Bauteilelementen durch Punktschweißen, insbesondere zur Verbindung von Bauteilelementen der Zellenstruktur von Luft- oder Raumfahrzeugen.

Zur Erzielung einer stoffschlüssigen Verbindung von Bauteilen oder Bauteilelementen, die aus gleichem oder ähnlichem Werkstoff bestehen, ist Schweißen ein allgemein bekanntes Arbeitsverfahren.

Die Vereinigung metallischer Werkstoffe erfolgt dabei unter Anwendung von Wärme und Druck mit oder ohne Zusatz von artgleichem Werkstoff.

Die Erfindung geht aus vom allgemeinen bekannten Punktschweißverfahren zur Verbindung zweier oder mehrerer Bauteilelemente zu einem Teil.

Beim Punktschweißverfahren, das als Widerstandspreßschweißen einzuordnen ist, wird kurzzeitig zwischen den miteinander zu verbindenden Teilen ein brennender Lichtbogen erzeugt und die Verbindung durch nachfolgendes, schlagartiges Stauchen hergestellt.

Bauteile der Luft- und Raumfahrt, aber auch solche des Automobilbaus, erfordern eine korrosionsfeste Schweißverbindung.

Bekannt ist unter Einsatz des bisher üblichen trockenen Punktschweißverfahrens auf die Berührungsfläche der miteinander zu verbindenden Teile Epoxidkleber aufzubringen. Die Verwendung von Epoxidklebern zur Erzielung einer korrosionsfesten Schweißverbindung trägt zwar zu einer zusätzlichen Steigerung der Übertragung von Schubspannungen zusätzlich zur Punktschweißverbindung bei, jedoch sind derartige Kleber alterungsanfällig und anfällig gegen sogenannte "bondline corrosion" (Korrosion an den Berührungsflächen zwischen Kleber und Metall durch Feuchte im Kleber).

Um diesem Nachteil entgegenzuwirken, müssen die Klebefugen mit Dichtmassenraupen abgedeckt werden. Diese Ausbildung stellt einerseits einen erhöhten Arbeitsaufwand dar und ist andererseits bei Hohlprofilen größerer Längserstreckung nur schwer oder überhaupt nicht durchführbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zu schaffen, mit dessen Hilfe eine völlig korrosionsfeste, alterungsbeständige Punktschweißverbindung herstellbar ist.

Die gestellte Aufgabe ist durch die im Anspruch 1 genannten Verfahrensmerkmale und in vorteilhafter weiterer Ausgestaltung den Merkmalen der dem Anspruch 1 folgenden Ansprüche gelöst.

Das erfindungsgemäße Verfahren beziehungsweise die Mittel zur Durchführung des Verfahrens ermöglichen gegenüber dem Bekannten den Einsatz der allgemein bekannten Punktschweißtechnologie zum Verbinden metallischer Bauteile, insbesondere solcher, für den Einsatz an Bauteilen für die Luft- und Raumfahrt mit ihren besonderen Erfordernissen und Forderungen an Korrosionsfestigkeit und Alterungsbeständigkeit. Daraus resultiert eine wesentliche Vereinfachung und Kostenminderung als Alternative zum Einsatz von Kunststoffbauteilen und Klebebauteilen.

Besondere Vorteile, die für das Punktschweißen eingesetzten Dichtmasse, ergeben sich daraus, daß die Dichtmasse an schrägen und senkrechten Verbindungsflächen nicht wegfließt, daß Dichtmassen der genannten Art äußerst alterungsbeständig gegenüber der Verwendung von Epoxidklebern sind, daß die Aushärtung bei Raumtemperatur erfolgen kann und in der Dichtmassenklebung keine "bondline corrosion" auftritt.

Das neuartige Verfahren erfordert gegenüber den bisher angewandten Arbeitsverfahren keine neuen Werkzeuge und außerdem entfällt mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Nacharbeit der Verbindung.

Die Dichtmassen zwischen den miteinander zu verbindenden Bauteilen dient mit Bezug auf die Punktschweißverbindung lediglich dazu, den Spalt zwischen den zu verbindenden Teilen vor Korrosionsangriff dauerhaft zu schützen. Die Festigkeit der Verbindung wird hierbei weitgehend über die Schweißpunkte erzeugt.

In der Zeichnung ist in Verbindung mit einer Punktschweißeinrichtung ein Ausführungsbeispiel in unterschiedlichen Arbeitsschritten dargestellt.

Es zeigt

Fig. 1 schematisiert eine Punktschweißeinrichtung gemeinsam mit zwei miteinander zu verbindenden Bauteilelementen, wobei die Elektroden als drucklos am Werkstück anliegend zu betrachten sind,

Fig. 2 die Punktschweißeinrichtung gemeinsam mit den Bauteilelementen in einem gegenüber Fig. 1 vergrößerten Maßstab,

Fig. 3 die Punktschweißeinrichtung in einem, gegenüber der Darstellung nach Fig. 1 und 2, fortgeschrittenen Arbeitsstadium,

Fig. 3a in einem Ausschnitt aus Fig. 3 eine Stirnansicht gemäß der Linie IIIa-IIIa der Fig. 3,

Fig. 4 in einer fotografischen, vergrößerten Schnittbildarstellung im Querschnitt eine Punktschweißstelle in Verbindung mit der Dichtmasse und

Fig. 5 die fotografische Darstellung einer Punktschweißstelle in Draufsicht gemäß der Darstellung nach Fig. 4, wobei die Darstellung eine aufgetrennte Punktschweißstelle ist.

Bei der in Fig. 1 und 2 schematisch angedeuteten Punktschweißeinrichtung 1 üblicher Bauart, ist mit 2 die bewegliche Stiftelektrode und mit 3 die feststehend angeordnete Gegenelektrode bezeichnet.

Zwischen den beiden Elektroden 2, 3 befinden sich die Fügeflächenabschnitte 4', 5' der miteinander zu verbindenden Bauteilelemente 4, 5.

Mit 7 ist in Fig. 1 ferner noch der Punktschweißtransformator der Punktschweißeinrichtung 1 und mit 8 die auf die Fügeflächenabschnitte 4', 5' der miteinander zu verbindenden Bauteilelemente 4, 5 ganzflächig aufgetragene Dichtmassenschicht bezeichnet.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich liegen hier in einem gegenüber Fig. 1 und 2 fortgeschrittenem Bearbeitungsstadium die Elektroden 2, 3 mit einem für den Punktschweißvorgang vorgegebenem Druck  $P$  am Bauteilelement 4, 5, das heißt an deren Fügeflächenabschnitten 4', 5' an.

Unter dem Auflagedruck  $P$  der Elektroden 2, 3 mit vorbestimmter Größe an den Bauteilelementen 4, 5, wird die im Bereich des Auflagedruckes der Elektroden 2, 3 der Fügeflächen 4', 5' aufgebrachte Dichtmassenschicht 8 verdrängt.

Infolge des Elektrodendrucks  $P$  wird eine Druckpunktfläche 10 an beiden Bauteilelementen 4, 5 gebildet, über die metallischer Kontakt zwischen den Bauteilelementen 4, 5 hergestellt wird.

Die Druckpunktflächen 10 sollen dabei im Durchmesser größer als die beim Punktschweißvorgang entstehende Schweißpunktfläche 11, erzeugt durch die Elektroden 2, 3, bemessen sein. Der Arbeitsablauf beim Punktschweißverfahren ist so, daß nach dem Verdrängen der Dichtmasse 8 im Bereich der Druckpunktfläche 10 durch definierten Elektrodendruck  $P$  durch Stromzufuhr anschließend die Schweißpunktfläche 11 erzeugt wird.

In diesem Bearbeitungsstadium wird in herkömmlicher Weise der Stauchdruck der Elektroden 2, 3 auf die Bauteilelemente 4, 5 zur Verschweißung erhöht.

Die Elektrodendruckpunktfläche 10 wird mittels Variierens des Anfangs-Elektrodendruckes  $P$  in Abhängigkeit von der Größe der Schweißpunktfläche 11 bemessen.

Die Größe des Durchmessers der Schweißpunktfläche  $f_1$  wird bestimmt durch die Stromstärke und Schmelzzeit beim Punktschweißvorgang. Ferner ist die Bemessung abhängig von der Größe des aufgewandten Druckes  $P$  mittels der Elektroden 2, 3, und es besteht ferner eine Abhängigkeit der Größe des Durchmessers der Schweißpunktfläche  $f_1$  von der Art und Zusammensetzung des Werkstoffs der Bauteilelemente 4, 5 und außerdem von den Anforderungen, die an die Festigkeit des fertig geschweißten Bauteiles gestellt sind.

Der Durchmesserunterschied zwischen Schweißpunktfläche 11 und Druckpunktfläche 10 sollte vorzugsweise im Durchmesser etwa 2 mm betragen.

Bei Einhaltung der vorgegebenen Differenzdurchmesser der Flächen 10, 11 wird eine Erfassung der Dichtmasse 8 im Bereich der Schweißpunktfläche 11 von der Punktschweißschmelze vermieden und eine Zerstörung der Dichtmasse durch Wärmeeinwirkung ausgeschlossen.

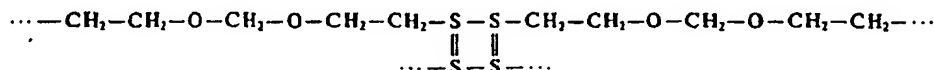
Die Dichtmassenschicht 8 kann so auf die Flügelflächen 4', 5' der Bauteilelemente 4, 5 aufgebracht sein, daß beidseitig der Bereich der Stirnfläche 16 der Bauteilelemente 4, 5 mit einer im Querschnitt etwa dreieckförmigen Dichtmassenraupe 17 versehen wird und somit die sonst der Korrosion unterliegenden Stirnflächen 15, 16 durch die Dichtmasse abgeschlossen sind.

Damit wird dem in der Technik allgemein als "bondline corrosion" bekannten Effekt zwischen einander berührenden Flächen entgegengewirkt.

Die bei Punktschweißverbindungen bisher eingesetzten Kleber enthalten Feuchtigkeit, welche zur Korrosion der Bauteile und der Schweißverbindung führt.

Als Ausführungsform für eine Dichtmasse für die angegebene Aufgabe kann eine Masse vorgesehen sein, die sich auf der Grundlage herkömmlicher Polysulfid-Polymere aufbaut.

Das Grundpolymer weist in bekannter Weise generell die chemische Gliederung



**auf.**

Die Dichtmassenzubereitung kann mit wasserlöslichen Chromaten dotiert sein. Damit verbessert sich die antikorrosive Eigenschaft auf Leichtmetallsubstraten.

Der Punktschweißvorgang in Verbindung mit dem Aufbringen der Dichtmasse zwischen den Bauteilelementen 4,5 enthält im wesentlichen folgende Verfahrensschritte:

- Reizen der Flügelflächen 4', 5' der Bauteilelemente 4, 5
- Auftragen der Dichtmasse 8 auf die Flügelflächen 4', 5' (je nach Bauteil ein- oder beidseitig)
- Heften der Bauteilelemente 4, 5
- Punktschweißvorgang,
  - durch definierten Elektrodendruck zunächst Verdrängung der Dichtmasse 8 im Bereich des Druckpunktes (Kreisrund) zur Herstellung metallisch blanker Flügelflächenabschnitte im Bereich des Druckpunktes für die Punktschweißkontaktgabe
  - Stromzufuhr zur Erzeugung der Schweißpunktfläche 11 mit Erhöhung des Elektrodendruckes
- Reinigen der Bauteilelemente 4, 5
- Aushärten der Dichtmasse 8.

Die fotografische Darstellung gemäß Fig. 4 in der Art einer Schnittbilddarstellung läßt die beiden miteinander durch Punktschweißen verbundenen Bauteilelemente 4, 5 bzw. deren Fügeabschnitte 4', 5' und die zwischen den Teilen flächig aufgetragene Dichtmassenschicht 8 erkennen. Ferner ist die Elektrodruckpunktfläche 10 und die Schweißpunktfläche 11 zu erkennen, wobei die von der Dichtmasse 8 freie Ringfläche infolge der Durchmesserdiffferenz zwischen der Druckpunktfläche 10 und der Schweißpunktfläche 11 ersichtlich ist.

Das beschriebene Verfahren erfordert keine zusätzlichen Bearbeitungsschritte gegenüber dem normalen Punktschweißen. Die Punktschweißstelle wird durch die dem Punktschweißen vorangehende Verdrängung der Dichtmasse von dieser nicht berührt und die Punktschweißstelle ist ungestört durch die Dichtmasse. Daher tritt auch kein Festigkeitsverlust durch den Einsatz der Dichtmasse auf und die Qualität der Punktschweißung entspricht der der Trockenpunktschweißung. Die zwischen den Bauteilelementen 4, 5 liegende Dichtmassenschicht 8 erbringt, wenn auch nur in geringem Maße eine Festigerhöhung zusätzlich zur Punktschweißung.

## OS 38 15 069

Die Erhöhung beträgt etwa 1/5 der Festigkeit, die bei der Anwendung von Klebern erreichbar ist.

Die Dichtmasse muß eine solche Beschaffenheit besitzen, daß bei Schäl- oder Scherbelastung die Dichtmasse kohäsiv, jedoch nicht adhäsiv versagt.

### Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Herstellung einer korrosionsfesten Verbindung zwischen aus metallischem Werkstoff gebildeten Bauteilelementen durch Punktschweißen, insbesondere Bauteilelemente der Zellenstruktur von Luftfahrzeugen oder Raumfahrzeugen, wobei eine Vorbehandlung der Fügeflächen (4', 5') für den Punktschweißvorgang und den haftenden Auftrag korrosionsverhindernder Schichten wie Entfetten, Spülen, Beizen erfolgt, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte
  - 10 – Aufbringen einer Dichtmassenschicht (8) zumindest einseitig auf die Fügeflächen (4', 5') eines der Bauteilelemente (4, 5),
  - Heften der Bauteilelemente (4, 5),
  - 15 – Punktschweißvorgang mit
    - Einstellung eines definierten Elektrodendruckes zur Erzielung metallisch blanker Fügeflächenabschnitte (10) (Kreisform) im Bereich des Elektrodendruckpunktes (10),
    - Stromzufuhr zur Erzeugung des Schweißpunktes (11)
    - Aushärten der Dichtmasse.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Mittelpunkten einander benachbarter Punktschweißstellen bzw. dem Mittelpunkt einer Punktschweißstelle und dem Bauteilrand ein Abstand von annähernd 9 mm eingehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die durch den Elektrodendruck von der Dichtmasse (8) freie Elektrodendruckpunktfläche (10) in ihrem Durchmesser größer als die dazu
- 25 konzentrische Elektrodenschweißpunktfläche (11) ist.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtmasse (8) zumindest als Basis auf Polysulfid Polymeren aufgebaut ist.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mindestschichtdicke der Dichtmassenschicht ca. 0,2 bis 0,25 mm beträgt.

3815069

Fig. 1

Nummer:

38 15 069

Int. Cl. 4:

B 23 K 11/10

Anmeldetag:

4. Mai 1988

Offenlegungstag:

16. November 1989

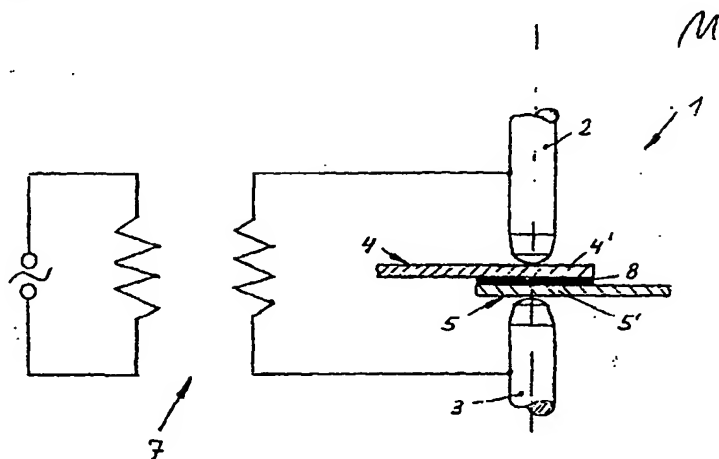


Fig. 2

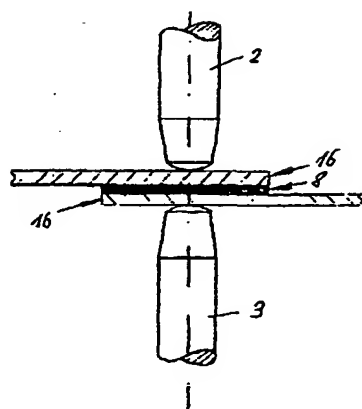


Fig. 3

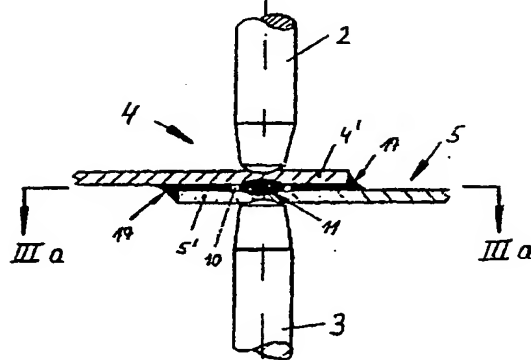
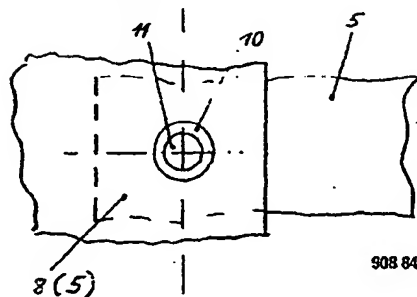


Fig. 3a



908 846/147

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A method of friction stir welding, comprising:  
positioning sealant, selected to cure without substantial damage at the temperatures reached during friction stir welding, between aluminum or aluminum alloy surfaces to be welded together; and  
friction stir welding at least portions of the surfaces together to cure the sealant there between.
2. The invention of claim 1 further comprising:  
partially curing the sealant before welding the surfaces together.
3. The invention of claims 1 or 2 wherein the sealant is an adhesive, the method further comprising:  
clamping the surfaces together before friction stir welding; and  
partially curing the sealant before welding.
4. The invention of claims 1 or 2 wherein the sealant is a monomer and friction stir welding further comprises:  
polymerizing the monomer sealant.
5. The invention of claim 4 wherein the sealant is a flouroelastomer.
6. The invention of claim 1 further comprising:  
applying additional heat to cure the sealant.
7. The invention of claim 6 wherein applying additional heat comprises:  
applying laser energy to cure the sealant.

*not necessary to cure*

8. The invention of claim 6 wherein applying additional heat further comprises:  
induction heating to cure the sealant.
9. The invention of claims 7 or 8 wherein applying additional heat further comprises:  
applying heat during the friction stir welding.
10. The invention of claims 7 or 8 wherein applying additional heat further comprises:  
applying heat after the friction stir welding.